

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah tumbuhan industri penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (*biodiesel*). Tinggi kelapa sawit dapat mencapai 2,4 meter. Bunga dan buahnya berupa tandan, serta bercabang banyak. Buahnya kecil dan apabila masak, berwarna merah kehitaman. Daging buahnya padat. Daging dan kulit buahnya mengandung minyak. Minyaknya digunakan sebagai bahan minyak goreng, sabun dan lilin.

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi terbesar di beberapa daerah di Indonesia terutama di pulau Kalimantan dan Sumatera. Hal inilah yang mengharuskan dibangunnya pabrik-pabrik kelapa sawit di daerah yang berdekatan dengan perkebunan kelapa sawit. Dengan adanya pabrik-pabrik ini, menyebabkan banyaknya limbah yang dihasilkan dari proses produksi yang dijalankan di pabrik-pabrik tersebut.

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) memiliki beberapa varietas, diantaranya *dura*, *pisifera*, dan *tenera* (Naibaho, 1998). Taksonomi tumbuhan kelapa sawit tergolong sebagai ordo palmales, famili palmae, spesies (1) *E. guineensis* Jacq (2) *E. melanococa* atau *E. oleifera* yang berasal dari amerika latin.

Buah sawit terdiri dari dua bagian utama yaitu perikarpium yang terdiri dari *epikaprium* dan *mesokaprium*, dan biji yang terdiri dari *endokaprium*, *endosperm*, dan lembaga atau *embrio*. *Epikaprium* adalah kulit buah yang keras dan licin, sedangkan *mesokaprium* yaitu daging buah yang berserabut dan mengandung minyak dengan rendemen paling tinggi. *Endokaprium* merupakan tempurung berwarna hitam dan keras. *Endosperm* atau disebut juga *kernel* merupakan penghasil inti sawit, sedangkan lembaga atau *embrio* merupakan bakal tanaman (Fauzi dkk. 2008).

Sawit umumnya tumbuh dan ditanam disekitar 15°LU-15°LS pada lahan yang datar, bergelombang sampai berbukit (kemiringan 0-30%). Curah hujan yang optimum untuk tanaman sawit adalah 2.000-2.500 mm/tahun, tidak

memiliki *defisit* air, serta penyebarannya merata sepanjang tahun. Sawit merupakan tanaman tropis sehingga menghendaki temperatur yang hangat sepanjang tahun dengan kisaran optimal 24-28°C, temperatur minimum (T_{\min}) 18°C, temperatur maksimum (T_{\max}) 32°C, kelembaban udara 80%, dan penyinaran matahari 5-7 jam/hari (Latif 2006).

2.2 Cangkang Kelapa Sawit

2.2.1 Pengertian Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang sawit adalah bagian berkayu yang ada didalam buah sawit. Bahan ini berwarna coklat tua sampai kehitaman dengan tekstur yang cukup keras dan berfungsi sebagai pelindung daging buah biji sawit (*endosperm*). Cangkang kelapa sawit sebagai salah satu limbah padat pengolahan minyak CPO dan PKO, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Dengan kandungan karbon terikat sebesar 20,5%, cangkang kelapa sawit mampu dijadikan sebagai sumber energi alternatif (Husain dkk., 2002).



Gambar 1. Cangkang Kelapa Sawit

2.2.2 Komposisi Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang sawit seperti halnya kayu diketahui mengandung komponen-komponen serat seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Menurut Widiarsi (2008) cangkang kelapa sawit mempunyai komposisi kandungan selulosa (26,27

%), hemiselulosa (12,61 %), dan lignin (42,96 %). Ketiga komponen ini apabila mengalami kondensasi dari pirolisanya akan menghasilkan asap cair yang mengandung senyawa-senyawa fenol, karbonil, dan asam. Menurut Girard (1992), ketiga senyawa tersebut mempunyai sifat fungsional sebagai antibakteri, antioksidan, dan mempunyai peranan dalam memberikan cita rasa yang spesifik.

Ditinjau dari karakteristik bahan baku, jika dibandingkan dengan tempurung kelapa biasa, cangkang kelapa sawit memiliki banyak kemiripan. Perbedaan yang mencolok yaitu pada kadar abu yang biasanya mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan oleh cangkang kelapa sawit.

Tabel 1. Kandungan Cangkang Kelapa Sawit

Parameter	Hasil (%)
Kadar air (<i>moisture in analysis</i>)	7.8
Kadar abu (<i>ash content</i>)	2.2
Kadar yang menguap (<i>volatile matter</i>)	69.5
Karbon aktif murni (<i>fixed carbon</i>)	20.5

2.2.2.1 Selulosa

Bagian utama dinding sel kayu yang berupa polimer karbohidrat glukosa dan memiliki komposisi yang sama dengan pati. Beberapa molekul glukosa membentuk suatu rantai selulosa. Selulosa juga termasuk polisakarida yang mengidentifikasikan bahwa didalamnya terdapat berbagai senyawa gula. Selulosa berantai panjang dan tidak bercabang. Selulosa dalam kayu memiliki derajat polimerisasi sekitar 3500.

2.2.2.2 Lignin

Merupakan jaringan polimer fenolik tiga dimensi yang berfungsi merekatkan serat selulosa sehingga menjadi kaku. *Pulping* kimia dan proses pemutihan (*bleaching*) akan menghilangkan lignin tanpa mengurangi serat selulosa secara signifikan. Lignin berfungsi sebagai penyusun sel kayu.

Reaksi-reaksi lain seperti sulfonasi oksidasi, halogenasi sangat penting terutama dalam proses pulping dan bleaching seperti dalam proses soda menghasilkan lignin terlarut, dimana terjadi pelepasan gugus metoksil pada saat lignin berdifusi dengan larutan alkali.

2.2.2.3 Hemiselulosa

Hemiselulosa juga adalah polimer yang dibentuk dari gula sebagai komponen utamanya. Hemiselulosa adalah polimer dari senyawa gula yang berbeda seperti:

- Hexoses : Glukosa, Manosa dan Galaktosa
- Pentose : Xylose dan Arabinase

Hemiselulosa memiliki derajat polimerisasi lebih kecil dari 300. Hemiselulosa adalah polimer bercabang atau tidak linier. Rantai hemiselulosa lebih pendek dari rantai selulosa.

Hemiselulosa bersifat *hidrofilik* (mudah menyerap air) yang menyebabkan struktur selulosa menjadi kurang teratur sehingga air bisa masuk ke jaringan selulosa. Hemiselulosa akan memberikan *fibrilasi* yang lebih baik dari pada selulosa dan meningkatkan kualitas kertas.

2.2.2.4 Zat Ekstraktif

Ekstraktif dapat dikatakan sebagai substansi kecil yang terdapat pada kayu. Ekstraktif meliputi hormon tumbuhan, resin, asam lemak dan unsure lain. Komponen ini sangat beracun bagi kehidupan perairan dan mencapai jumlah toksik akut dalam *efluen* industri kertas.

2.2.3 Sifat Fisik dan Mekanik Cangkang Kelapa Sawit

Tabel 2. Sifat fisik dan mekanik cangkang kelapa sawit

NO	Property	Value		
		PKS	HTKS	DPKS
1	<i>Dimensional Properties</i>			
	Panjang, L (mm)	28.5676	43.6588	75.726
	Width, W (mm)	19.7143	20.6903	78.325
	Ketebalan, t (mm)	16.3977	38.229	51.943
	<i>Sphericity</i> (mm)	0.7415	0.9455	0.892
	Volume (cm ³)	4.4547	39.179	244.768
	Massa (g)	4.9196	30.254	70.883
	Densitas	1.1248	0.277	0.286
2	<i>Apparent Porosity(%)</i>	10.98	31.27	43.76
3	<i>Static Coefficient of friction</i>	0.41	0.40	0.46
4	<i>Rupture Strength</i>			
	<i>Rupture force along thickness</i> (N)	3270.59	12468.35	3721.71
	<i>Rupture force along width</i> (N)	3884.61	12061.08	7071.36
	<i>Rupture force along length</i> (N)	-	17421.6	4987.34
5	<i>Water and oil soak tests</i>			
	Penyerapan air dalam 24 jam (%)	19.85	61.54	67.30

	Penambahan			
	ketebalan dalam	3.54	6.95	9.23
	air			
	Penyerapan			
	minyak dalam 24	6.845	34.76	60.67
	jam			
	Penambahan			
	ketebalan dalam	2.33	2.54	4.83
	minyak			
	Kandungan			
	kelembaban (%)	7.8325	12.14	11.32
6	<i>True Density,</i>			
	<i>g/cm³</i>	1.2540	1.09	1.19
7	<i>Specific Gravity</i>	1.1248	1.09	1.19
8	<i>Specific Heat</i>			
	<i>Capacity (J/kgK)</i>	1099.23	1243.9	1216.47

Sumber : Dagwa (2005)

2.3 Briket Arang

2.3.1 Pengertian Briket Arang

Briket arang adalah serbuk arang yang dicampur perekat, dicetak dalam bentuk dan ukuran tertentu, kemudian dikeraskan melalui proses pengepresan, dan digunakan untuk bahan bakar. Kualitas briket arang yang terbuat dari kayu menurut Standar Nasional Indonesia 01-6235-2000 ditentukan oleh kadar air, bagian yang hilang pada pemanasan 900°C, Kadar abu dan kalori (Badan Standardisasi Nasional, 2000).

Briket merupakan salah satu solusi alternatif yang cukup efektif dan efisien dalam menghadapi krisis sumber energi atas energi fosil untuk bahan bakar seperti yang telah diperkirakan oleh para ahli dan ilmuwan. Briket bioarang adalah gumpalan-gumpalan atau batangan-batangan arang yang terbuat dari bioarang

kualitas dari bioarang ini tidak kalah dengan batubara atau bahan bakar jenis arang lainnya (Joseph dan Hislop, 1981).

Bioarang merupakan arang (salah satu jenis bahan bakar) yang dibuat dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami, kertas maupun limbah pertanian lainnya yang dapat dikarbonisasi. Bioarang ini dapat digunakan melalui proses pengolahan salah satunya adalah menjadi briket bioarang (Brades dan Tobing, 2008).

Sedang menurut Johannes (1991), bioarang adalah arang yang diproses dengan membakar biomassa kering tanpa udara (*pirolisis*). Energi biomassa yang diubah menjadi energi kimia inilah yang disebut dengan bioarang.



Gambar 2 . Briket

Pembuatan briket arang dari limbah dapat dilakukan dengan menambah bahan perekat, dimana bahan baku diarangkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak dengan sistem hidrolik maupun dengan manual dan selanjutnya dikeringkan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hartoyo (1983) menyimpulkan bahwa briket arang yang dihasilkan setaraf dengan arang buatan Inggris dan memenuhi persyaratan yang berlaku di Jepang karena menghasilkan kadar abu dan zat yang menguap rendah serta tinggi kadar karbon terikat dan nilai kalor.

Briket bioarang yang didefinisikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organik yang telah mengalami proses pemampatan dengan daya tekan tertentu. Briket bioarang dapat menggantikan penggunaan kayu bakar yang mulai meningkat konsumsinya. Selain itu harga

briket bioarang relatif murah dan terjangkau oleh masyarakat (Hambali, dkk., 2007).

Keuntungan yang diperoleh dari penggunaan briket bioarang antara lain adalah biayanya amat murah. Alat yang digunakan untuk pembuatan briket bioarang cukup sederhana dan bahan bakunya pun sangat murah, bahkan tidak perlu membeli karena berasal dari sampah, daun-daun kering, limbah pertanian. Bahan baku untuk pembuatan arang umumnya telah tersedia di sekitar kita. Briket bioarang dalam penggunaannya menggunakan tungku yang relatif kecil dibandingkan dengan tungku yang lainnya (Andry, 2000).

Tiara dan Fitri (2014) telah melakukan penelitian mengenai kualitas briket dari campuran limbah plastik LDPE, tempurung kelapa dan cangkang kelapa sawit dengan penambahan perekat kanji. Hasil yang diperoleh adalah briket pada perlakuan K0P1 menghasilkan nilai kadar air paling kecil 5,7%; K1P1 menghasilkan nilai kadar abu paling kecil 13,1%; K0P4 menghasilkan nilai kadar zat menguap paling kecil 21,4%; dan menghasilkan nilai karbon terikat paling besar 59,7%; K3P2 menghasilkan nilai kerapatan paling besar 1,5 g/cm³; dan menghasilkan nilai keteguhan tekan paling besar 24,3 kg/m²; K0P3 dan K1P3 menghasilkan nilai kalor paling besar 5169 kal/g dan 5069 kal/gr. Sebagian besar kualitas tersebut memenuhi standar SNI No. 1/6235/2000 sedangkan yang lainnya tidak memenuhi seperti kadar abu dan kerapatan.

Iriany, dkk (2016) meneliti kualitas briket dari eceng gondok dan tempurung kelapa dengan perekat tapioka. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa komposisi briket yang ideal diperoleh pada campuran eceng gondok dan tempurung kelapa pada perbandingan 1:4 dengan kadar perekat tapioka 10% yaitu nilai kalor 6.879,596 kal/g; kadar abu 9,718%; kadar air 1,374%; kadar zat menguap 14,814%; nilai kerapatan 0,983 g/cm³; laju pembakaran $3,021 \times 10^{-3}$ g/s dan kuat tekan 18,400 g/cm². Sebagian besar kualitas tersebut telah memenuhi Standar Nasional Indonesia 01-6235-2000 mengenai briket arang kecuali pada kadar abu.

Djoko dan Sofyan (2014) juga telah melakukan penelitian mengenai kualitas briket dari cangkang kelapa sawit dengan perekat pati singkong

(tapioka). Kualitas briket arang yang terbaik adalah pada suhu pengarangan 600°C dan waktu pengarangan 2 jam dengan ciri-ciri sebagai berikut : kadar air 2,91%; kadar abu 5,83%; kadar karbon 72,93%, kadar zat terbang 18,31%; nilai kalor 7021,76 kal/g; kerapatan 0,97 g/cm³; dan kekuatan tekan 7,08 kg/cm². Produk briket arang ini memenuhi syarat mutu briket arang sesuai Standar Nasional Indonesia 01-6235-2000.

2.3.2 Briket Sebagai Sumber Energi Terbarukan

Menurut Kurniawan dan Marsono (2008), briket merupakan gumpalan arang yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket arang adalah berat jenis bahan atau berat jenis serbuk arang, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, tekanan pengempaan, dan pencampuran formula bahan baku briket. Proses pembriketan adalah proses pengolahan yang mengalami perlakuan penumbukan, pencampuran bahan baku, pencetakan dengan sistem hidrolik dan pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu. Briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang mempunyai bentuk tertentu. Pemilihan proses pembriketan tentunya harus mengacu pada segmen pasar agar dicapai nilai ekonomi, teknis dan lingkungan yang optimal. Pembriketan mempunyai tujuan untuk memperoleh suatu bahan bakar yang berkualitas yang dapat digunakan untuk semua sektor sebagai sumber energi pengganti. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan di dalam pembuatan briket antara lain (Himawanto, 2003) adalah :

2.3.2.1 Bahan Baku

Briket dapat dibuat dari bermacam-macam bahan baku, seperti ampas tebu, sekam padi, serbuk gergaji, dll. Bahan utama yang harus terdapat di dalam bahan baku adalah selulosa. Semakin tinggi kandungan selulosa semakin baik kualitas briket, briket yang mengandung zat terbang yang terlalu tinggi cenderung mengeluarkan asap dan bau tidak sedap.

2.3.2.2 Bahan Perekat

Untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan briket maka diperlukan zat perekat sehingga dihasilkan briket yang kompak. Teknologi pembriketan secara sederhana didefinisikan sebagai proses *densifikasi* untuk memperbaiki karakteristik bahan baku. Sifat-sifat penting dari briket yang mempengaruhi kualitas bahan bakar adalah sifat fisik, kimia dan daya tahan briket, sebagai contoh adalah karakteristik densitas, ukuran briket, kandungan air, dan kadar abu.

Bioarang merupakan arang yang dibuat dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput jerami, ataupun limbah pertanian lainnya. Bioarang ini dapat digunakan dengan melalui proses pengolahan, salah satunya adalah menjadi briket bioarang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket arang adalah berat jenis bahan bakar atau berat jenis serbuk arang, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, dan tekanan pada saat dilakukan pencetakan. Selain itu, pencampuran formula dengan briket juga mempengaruhi sifat briket.

Energi yang terkandung dalam briket tergantung dari konsentrasi metana (CH_4). Semakin tinggi kandungan metana maka, semakin besar kandungan energy (nilai kalor) pada briket, dan sebaliknya semakin kecil kandungan metana semakin kecil nilai kalor (Djojonegoro, 1992).

Syarat briket yang baik adalah briket yang permukaannya halus dan tidak meninggalkan bekas hitam di tangan. Selain itu, sebagai bahan bakar briket juga harus memenuhi kriteria :

1. Mudah dinyalakan.
2. Emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun.
3. Kedap air dan tidak berjamur bila disimpan dalam waktu yang lama.
4. Menunjukkan upaya laju pembakaran yang baik.

2.3.3 Karakteristik Briket Arang

Beberapa tipe/bentuk briket yang umum dikenal, antara lain : bantal (*oval*), sarang tawon (*honey comb*), silinder (*cylinder*), telur (*egg*), dan lain-lain. Adapun keuntungan dari bentuk briket adalah sebagai berikut :

1. Ukuran dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
2. Porositas dapat diatur untuk memudahkan pembakaran.
3. Mudah dipakai sebagai bahan bakar.

Secara umum beberapa spesifikasi briket yang dibutuhkan oleh konsumen adalah sebagai berikut :

- a. Daya tahan briket.
- b. Ukuran dan bentuk yang sesuai untuk penggunaannya.
- c. Bersih (tidak berasap), terutama untuk sektor rumah tangga.
- d. Bebas gas-gas berbahaya.
- e. Sifat pembakaran yang sesuai dengan kebutuhan (kemudahan dibakar, efisiensi energi, pembakaran yang stabil).

Syarat briket yang baik adalah briket yang permukaannya halus dan tidak meninggalkan bekas hitam di tangan. Selain itu, sebagai bahan bakar, briket juga harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Mudah dinyalakan
2. Tidak mengeluarkan asap
3. Emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun
4. Kedap air dan hasil pembakaran tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama
5. Menunjukkan upaya laju pembakaran (waktu, laju pembakaran, dan suhu pembakaran) yang baik (*Nursyiwani dan Nuryetti, 2005*).

1. Kadar Air

Kandungan air yang tinggi menyulitkan penyalaan sehingga briket sulit terbakar. Biobriket memiliki kadar air maksimal menurut Standar Industri Nasional untuk ekspor tidak boleh lebih dari 5%. (*Kurniawan dan Marsono, 2008: 42*).

2. Kadar Abu

Semakin tinggi kadar abu, secara umum akan mempengaruhi tingkat pengotoran, keausan, dan korosi peralatan yang dilalui. Briket dengan kandungan abu yang tinggi sangat tidak menguntungkan karena akan membentuk kerak. (Widyawati, 2006; Brades dan Febrina, 2008)

3. Kadar Kalori

Nilai kalori briket sangat berpengaruh pada efisiensi pembakaran briket. Makin tinggi nilai kalori briket makin bagus kualitas briket tersebut karena efisiensi pembakarannya tinggi. Syarat suatu limbah memiliki nilai bakar standar yakni diatas 5000/kal/gram sebagai pengganti minyak tanah. (Widyawati, 2006: 9)

Tabel 3 Mutu Briket Berdasarkan SNI

Parameter	Standar Mutu Briket Arang (SNI No. 1/6235/2000)
Kadar Air (%)	8
Kadar Abu (%)	8
Kadar Zat Terbang (%)	15
Kadar Karbon (%)	77
Kerapatan (gm/cm ³)	0,5-0,6
Nilai Kalor (kal/g)	5000

Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (1994) dalam Triono (2006)

4. Kadar Emisi

Emisi yang dihasilkan dari pembakaran biomassa adalah CO₂, CO, NO_x, SO_x dan partikulat. Kwong dkk (2004) meneliti campuran serbuk batubara dan sekam padi untuk berbagai komposisi dan udara lebih (*excess air*). Hasilnya menunjukkan bahwa terjadi penurunan emisi CO lebih dari 40% untuk campuran sekam padi 50%. Hal ini berarti sekam padi dapat menyempurnakan proses pembakaran. Konsentrasi CO juga menurun dengan penambahan *excess air*. Hasil

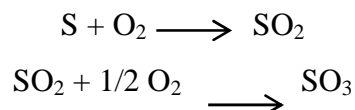
optimal terjadi pada 30% *excess air* dan 10-20% campuran sekam padi. (Syamstro, 2007)

- **Karbon Monoksida (CO)**

Karbon dan Oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon dioksida (CO₂) sebagai hasil pembakaran sempurna. Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Tidak seperti senyawa lain, CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu hemoglobin.

- **Kadar SO_x (SO₂ dan SO₃)**

Emisi SO_x terbentuk dari fungsi kandungan sulfur dalam bahan bakar, selain itu kandungan sulfur dalam pelumas, juga menjadi penyebab terbentuknya SO_x emisi. Struktur sulfur terbentuk pada ikatan aromatik dan alkil. Dalam proses pembakaran sulfur dioxide dan sulfur trioxide terbentuk dari reaksi:



Kandungan SO₃ dalam SO_x sangat kecil sekali yaitu sekitar 1-5% (Sudrajad, hal 2).

- **Kadar NO_x**

Nitrogen monoksida terdapat diudara dalam jumlah banyak lebih besar dari pada NO₂. pembentukan NO dan NO₂ merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen diudara sehingga membentuk NO yang bereaksi lebih lanjut dengan banyak oksigen membentuk NO₂. Pada suhu kamar, hanya sedikit kecenderungan reaksi antara nitrogen dan oksigen membentuk NO. Pada suhu tinggi pada proses pembakaran, keduanya dapat membentuk NO dalam jumlah yang lebih banyak. (Depkes, hal.6)

**Tabel 4 Standar Emisi Gas Buang Menurut Peraturan Menteri Energi
Sumber Daya Mineral No. 047 Tahun 2006.**

Parameter	Batas maksimum (mg/Nm³)
Total partikel	250
Karbon Monoksida (CO)	726
Sulfur Dioksida (SO ₂)	130
Nitrogen Oksida (NO ₂)	140

Tabel 5. Standar Kualitas Briket di Beberapa Negara

Parameter	Standar Kualitas Briket Beberapa Negara			
	Indonesia	Jepang	inggris	Amerika
Kadar air (%)	7-8	6-8	3-4	6
Kadar abu (%)	5,51	3-6	8-10	18
Kadar volatile (%)	16,14	15-30	16	19-28
Kadar karbon terikat (%)	78,35	60-80	75	60
Kerapatan (g/cm ³)	0,44	1,0 - 1,2	0,46 - 0,84	1,0 – 1,2
Keteguhan tekan (kg/cm ²)	50	60	12,7	62
Nilai kalor (kal/gr)	6000	5000-6000	5870	4000-6500

Sumber: Parie et all (1990), Sudrajat (1982), Kirana (1995)

2.4 Proses Pembuatan Briket

Secara umum proses pembuatan briket melalui tahap penggerusan, pencampuran, pencetakan, pengeringan dan pengepakan.

- a. Penggerusan adalah menggerus bahan baku briket untuk mendapatkan ukuran butir tertentu. Alat yang digunakan adalah *crusher* atau *blender*.
- b. Pencampuran adalah mencampur bahan baku briket pada komposisi tertentu untuk mendapatkan adonan yang homogen. Alat yang digunakan adalah *mixer*, *combining blender*.
- c. Pencetakan adalah mencetak adonan briket untuk mendapatkan bentuk tertentu sesuai yang diinginkan. Alat yang digunakan adalah *Briquetting Machine*.
- d. Pengeringan adalah proses mengeringkan briket menggunakan udara panas pada temperatur tertentu untuk menurunkan kandungan air briket.
- e. Pengepakan adalah pengemasan produk briket sesuai dengan spesifikasi kualitas dan kuantitas yang telah ditentukan.

2.5 Zat Pengikat

Untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan briket maka diperlukan zat pengikat sehingga dihasilkan briket yang kompak. Berdasarkan fungsi dari pengikat dan kualitasnya, pemilihan bahan pengikat dapat dibagi sebagai berikut :

1. Berdasarkan sifat / bahan baku perekatan briket.

Adapun karakteristik bahan baku perekatan untuk pembuatan briket adalah sebagai berikut:

- Memiliki gaya *kohesi* yang baik bila dicampur dengan semikokas atau batu bara.
- Mudah terbakar dan tidak berasap.
- Mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya.
- Tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya.

2. Berdasarkan jenis

Jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai pengikat untuk pembuatan briket, yaitu :

- Pengikat anorganik

Pengikat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Pengikat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan pengikat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari pengikat anorganik antara lain semen, lempung, natrium silikat.

- Pengikat organik

Pengikat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik diantaranya kanji, tar, aspal, amilum, molase dan paraffin.

3. Berdasarkan jenis

Jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai pengikat untuk pembuatan briket, yaitu :

- Pengikat anorganik

Pengikat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Pengikat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan pengikat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari pengikat anorganik antara lain semen, lempung, natrium silikat.

- Pengikat organik

Pengikat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik diantaranya kanji, tar, aspal, amilum, molase dan parafin.

2.6 Perekat Pati Singkong

2.6.1 Singkong

Ketela Pohon (*Manihot esculenta Crantz*) merupakan tanaman pangan yang berasal dari benua Amerika berupa perdu, memiliki nama lain ubi kayu, singkong, kasepe, dalam bahasa inggris cassava. Ketela pohon termasuk famili Euphorbiaceae yang umbinya dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat dan daunnya dikonsumsi sebagai sayuran Di Indonesia, ketela pohon menjadi makanan bahan pangan pokok setelah beras dan jagung (Lidiasari, 2006).



Gambar 3. Singkong

Singkong merupakan umbi atau akar pohon yang panjang dengan rata-rata diameter 2-3cm dan panjang 50–80 cm tergantung dari varietas singkong yang ditanam. Daging umbinya berwarna putih kekuning-kuningan. Umbi singkong tidak tahan disimpan lama walau didalam lemari pendingin. Gejala kerusakan ditandai dengan keluarnya warna biru gelap akibat terbentuknya asam sianida yang bersifat racun bagi manusia. Umbi singkong merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun sangat miskin protein. Sumber Protein terdapat pada daun singkong karena mengandung asam amino dan metion.

2.6.2 Pati Singkong

Pati singkong adalah pati yang didapatkan dari umbi singkong (*Manihot utilissima*). Sampai saat ini, pati singkong telah banyak dieksploitasi secara komersial dan masih merupakan sumber utama kebutuhan pati. Pati yang diperoleh dari ekstraksi umbi singkong ini akan memberikan warna putih jika diekstraksi secara benar. Pati singkong memiliki granula dengan ukuran 5-35 μm dengan rata-rata ukurannya di atas 17 μm (Samsuri, 2008).

Granula pati singkong akan pecah apabila dipanaskan pada suhu gelatinisasinya. Pati singkong mengandung 83% amilopektin yang mengakibatkan pasta yang terbentuk menjadi bening dan kecil kemungkinan untuk terjadi retrogradasi. Suhu gelatinisasi pada 62-73°C, sedangkan suhu pembentukan pasta pada 63°C. Menurut Santoso, Saputra, dan Pambayun (2004), pati singkong relatif mudah didapat dan harganya yang murah.

Pati dapat diekstrak dengan berbagai cara, berdasarkan bahan baku dan penggunaan dari pati itu sendiri. Untuk pati dari ubi-ubian, proses utama dari ekstraksi terdiri perendaman, disintegrasi, dan sentrifugasi. Perendaman dilakukan dalam larutan natrium bisulfit pada pH yang diatur untuk menghambat reaksi biokimia seperti perubahan warna dari ubi. Disintegrasi dan sentrifugasi dilakukan untuk memisahkan pati dari komponen lainnya (Cui, 2005 *dalam* Wahyu, 2008).

Tabel 6. Komposisi Kimia Pati Singkong

Komponen	Kadar (%)
Kadar Air	13
Kadar Abu	0,2
Kadar Lemak	0,8
Kadar Protein	1
Kadar Serat	3,4
Kadar Pati	81,6

Sumber: Subagio (2007)